

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-164491

(P2005-164491A)

(43) 公開日 平成17年6月23日(2005.6.23)

(51) Int.Cl.⁷
G01M 11/00
G01B 11/00F 1
G01M 11/00
G01B 11/00G
D
2FO65
2GO86

テーマコード(参考)

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2003-406135 (P2003-406135)
(22) 出願日 平成15年12月4日 (2003.12.4)(71) 出願人 000002060
信越化学工業株式会社
東京都千代田区大手町二丁目6番1号
(74) 代理人 100093735
弁理士 荒井 鐘司
(74) 代理人 100105429
弁理士 河野 尚孝
(74) 代理人 100108143
弁理士 嶋崎 英一郎
(72) 発明者 田家 実
群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越
化学工業株式会社精密機能材料研究所内
F ターム(参考) 2F065 AA01 AA11 AA17 BB06 BB17
BB22 CC23 DD06 GG04 QQ18
2G086 AA02

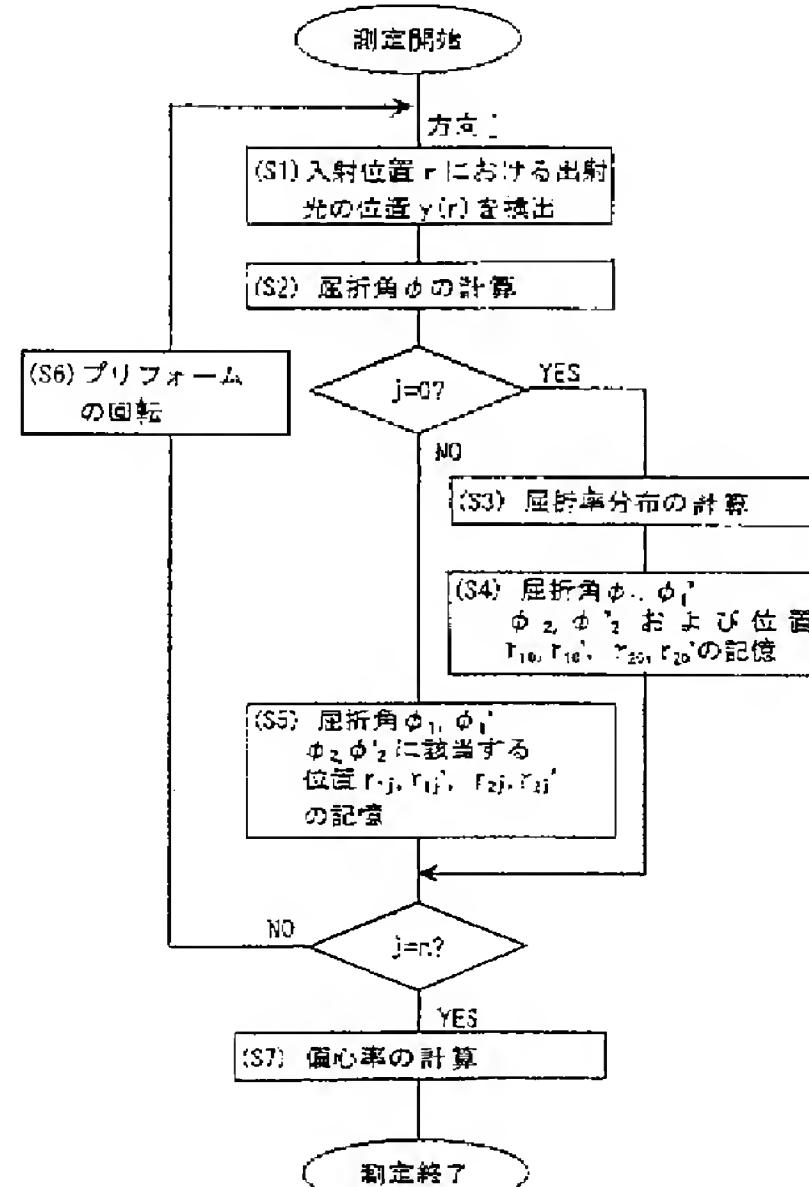
(54) 【発明の名称】偏心の測定方法

(57) 【要約】

【課題】 同心円状に複数の屈折率層を有する透明な円筒体に対して、各屈折率層の偏心率を、効率よく、かつ精度よく測定する方法を提供する。

【解決手段】 同心円状に複数の屈折率層を有する透明な円筒体の任意の2層間の偏心量又は偏心率を屈折率分布測定装置を用いて測定する方法であって、該円筒体の少なくとも一直径方向については円筒体全体にわたって屈折角を測定して屈折率分布を求めるとともに、各屈折率層 i において所定の屈折率値を有する2ヶ所の位置 r_{i0}, r'_{i0} 及び屈折角 ϕ_i, ϕ'_{i0} を求め、前記一直径方向と異なる少なくとも一つ以上の方向 j については各屈折率層 i の境界付近の屈折角データを取り込んで各屈折率層 i の所定の屈折率値に相当する屈折角 ϕ_i, ϕ'_{ij} となる位置 r_{ij}, r'_{ij} を求め、これらの位置データ $[r_{i0}, r'_{i0}, \dots, r_{ij}, r'_{ij}]$ から最小自乗法などを用いて円又は橢円の式を計算することにより各屈折率分布層の中心座標を求め、任意の2層間の偏心量あるいは偏心率を求ることを特徴としている。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

同心円状に複数の屈折率層を有する透明な円筒体の任意の2層間の偏心量又は偏心率を屈折率分布測定装置を用いて測定する方法であって、該円筒体の少なくとも一直径方向については円筒体全体にわたって屈折角を測定して屈折率分布を求めるとともに、各屈折率層 i において所定の屈折率値を有する2ヶ所の位置 r_{i0}, r'_{i0} 及び屈折角 ϕ_i, ϕ'_{i0} を求める、前記一直径方向と異なる少なくとも一つ以上の方向 j については各屈折率層 i の境界付近の屈折角データを取り込んで各屈折率層 i の所定の屈折率値に相当する屈折角 ϕ_i, ϕ'_{ij} となる位置 r_{ij}, r'_{ij} を求め、これらの位置データ $[r_{i0}, r'_{i0}, \dots, r_{ij}, r'_{ij}]$ から最小自乗法などを用いて円又は橢円の式を計算することにより各屈折率分布層の中心座標を求め、任意の2層間の偏心量あるいは偏心率を求める特徴とする偏心の測定方法。10

【請求項 2】

前記一直径方向と異なる少なくとも一つ以上の方向 j が、円筒体全体にわたって屈折角を測定して屈折率分布を求めた方向と直交する方向を含む請求項1に記載の偏心の測定方法。。

【請求項 3】

同心円状に複数の屈折率層を有する透明な円筒体が、光ファイバ用プリフォームである請求項1又は2に記載の偏心の測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光ファイバ用プリフォームのような、同心円状に複数の屈折率層を有する透明な円筒体の任意の2層間の偏心量あるいは偏心率を屈折率分布測定装置を用いて測定する、偏心の測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

通常のシングルモード光ファイバは、コア部とその外周に該コア部よりも屈折率の低いクラッド部を有しており、入射した光は、ほぼコア部に閉じ込められるようにして進む。

光ファイバのコア部の中心とクラッド部の中心にずれ、すなわち偏心がある場合、このような光ファイバ同士を接続すると、外形的にずれて接合されていなくてもコア同士の位置にはずれを生じ、大きな接続損失を生じる。従って、光ファイバの製造に際して、偏心をできるだけ小さくすることが望ましく、そのためには、線引きに供する光ファイバ母材(プリフォーム)を事前に検査してコアの偏心の小さいものを選ぶことは、光ファイバの製造管理上極めて重要である。30

【0003】

光ファイバ用プリフォーム(以下、単にプリフォームと称する)を製造する方法としては、VAD法(Vapor phase Axial Deposition method)、OV D法(Outside Vapor Deposition method)、MCVD法(Modified Chemical Vapor Deposition method)、及びPCVD法(Plasma Chemical Vapor Deposition method)などがあるが、ここではVAD法について、図1を用いて簡単に説明する。40

【0004】

まず、四塩化ケイ素等のガラス原料を、コア部を形成する酸素火炎とクラッド部を形成する酸素火炎中に供給し、燃焼生成物である水と反応させることによりガラス微粒子を合成する。このとき、コア部を形成する酸素火炎中には、四塩化ゲルマニウム等のドーパント材を屈折率を調整するために添加する。

【0005】

これらのガラス微粒子を回転するダミーガラスロッドの先端に堆積させ、堆積の状態に合わせてダミーガラスロッドを引き上げることによって、ガラス微粒子の集合体であるコアストが合成される。このコアストを電気炉に入れ、ハロゲンガス雰囲気中で、合成中に取り込まれた水を極限まで脱水した後、高温に加熱して焼結することにより、コアと50

クラッド部の一部を有する透明なコアロッドを作製することができる（図1のa, b）。

【0006】

次に、このコアロッドの屈折率分布の測定を行う（c）。この測定結果に基づいて、所望の光ファイバ特性となるのに必要なクラッド厚が求められる（d）。このコアロッドをガラス旋盤で加熱し、引き延ばして外径を調整した後、この上に所定量のガラス微粒子を堆積させてクラッドストートを形成し（e）、さらに、電気炉で脱水・焼結して透明ガラス化した後（f）、所定の径・長さに延伸加工することによって、所望の光学特性を有するガラスロッドが得られる（g）。

【0007】

このガラスロッドの屈折率分布を屈折率分布測定装置で測定し（h）、光ファイバ特性の推定計算を行ない（i）、クラッド厚の調整が必要と判断された場合には、外周部の研削除去が行われる（j, k）。最後に仕上げ加工を行い（l）、プリフォームとされる（m）。

【0008】

特許文献1には、光ファイバ母材を光源とビデオカメラの中間に配置し、光ファイバ母材をその軸心周りに回転させながら、ビデオカメラに撮像された光ファイバ母材の像を解析することによって、コアの偏心や光ファイバ母材の楕円の程度を測定する方法が提案されている。

しかしながら、この方法で偏心や非円率を測定しようとする場合、光ファイバ母材の製造工程が一つ加わることになり、生産コストを押し上げる。なお、プリフォームの製造工程において、その径方向に屈折率分布を測定することは、上記したように、クラッド厚の調整や光ファイバ特性を推定する上で、必要不可欠な工程である。

【0009】

そこで、プリフォームの屈折率分布を互いに直交する2方向から測定し、各測定方向に対する外径と偏心量を求め、下記【数1】式により偏心率を計算する方法が考えられる。式中、 E_0 、 E_{90} は、それぞれ角度0°及び90°で測定したときの偏心量で、 D_0 、 D_{90} は各測定方向におけるプリフォームの外径である。

【数1】

$$\text{偏心率 [%]} = \frac{(E_0^2 + E_{90}^2)^{1/2}}{(D_0 + D_{90})/2} \times 100 \quad 30$$

【0010】

測定精度を高めるためには、測定方向を増やして最小自乗法などによってコア部とクラッド部の中心位置を求め、下記の【数2】式により偏心率を計算することができる。式中、 x 、 y 及び X 、 Y は、それぞれコア部及びクラッド部の中心位置の座標であり、 D_{AVE} は平均外径である。

【数2】

$$\text{偏心率 [%]} = \frac{[(x - X)^2 + (y - Y)^2]^{1/2}}{D_{AVE}} \times 100 \quad 40$$

【0011】

しかしながら、屈折率分布は後述するように、まず、光の入射位置と屈折角の関係を測定した後、計算により屈折率分布に変換するという工程を必要としている。このため精度を向上させるために、1ヶ所当たりの測定方向を増やしたり、プリフォーム1本当りの測定点を増やしたり、あるいはプリフォームの生産量が増えたりすると、測定・計算処理量が増大してプリフォームの生産工程に大きな負担が掛かることになる。

【0012】

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明は、上記問題を解決するためになされたものであって、同心円状に複数の屈折率層を有する透明な円筒体に対して、各屈折率層の偏心率を、効率よく、かつ精度よく測定する方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明による偏心の測定方法は、同心円状に複数の屈折率層を有する透明な円筒体の任意の2層間の偏心量又は偏心率を屈折率分布測定装置を用いて測定する方法であって、該円筒体の少なくとも一直径方向については円筒体全体にわたって屈折角を測定して屈折率分布を求めるとともに、各屈折率層_iにおいて所定の屈折率値を有する2ヶ所の位置_{r_{i0}, r'_{i0}}及び屈折角_{ϕ_i, ϕ'_i}を求め、前記一直径方向と異なる少なくとも一つ以上の方向_jについては各屈折率層_iの境界付近の屈折角データを取り込んで各屈折率層_iの所定の屈折率値に相当する屈折角_{ϕ_i, ϕ'_i}となる位置_{r_{ij}, r'_{ij}}を求め、これらの位置データ[_{r_{i0}, r'_{i0} … r_{ij}, r'_{ij}}]から最小自乗法などを用いて円又は橢円の式を計算することにより各屈折率分布層の中心座標を求め、任意の2層間の偏心量あるいは偏心率を求めることを特徴としている。

10

【0015】

なお、前記一直径方向と異なる少なくとも一つ以上の方向_jは、円筒体全体（全径長）にわたって屈折角を測定して屈折率分布を求めた方向と直交する方向を含んでいる。

20

前記同心円状に複数の屈折率層を有する透明な円筒体には、例えば、光ファイバ用プリフォームが挙げられる。

【発明の効果】

【0016】

本発明の偏心の測定方法によれば、プリフォームのような、同心円状に複数の屈折率層を有する透明な円筒体の各屈折率層の任意の2層間の偏心量及び偏心率を、効率よくかつ精度よく測定することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

屈折率分布の測定には、通常、図2に示したようなプリフォームアナライザーが用いられる。

30

プリフォームアナライザーを用いてプリフォームの屈折率分布を測定するには、装置の吊下げ部1に装着したプリフォーム2を、マッチングオイルで満たしたセル3を備えたマッチングオイルタンク4の中に浸し、プリフォーム2に側方からレーザー光を照射して、その屈折角を光学測定部5で測定することにより、プリフォーム2の径方向の屈折率分布が求められる。

【0018】

光学測定部は、一般に、図3に示したように、レーザー光11をプリフォーム12に入射する光照射部13と、プリフォーム12の屈折率とほぼ同じ屈折率を有するマッチングオイル14で満たされた透明なセル15と、プリフォーム12の内部で屈折したレーザー光11の屈折角を測定する光検出部16とから構成されている。

40

本発明の偏心の測定方法は、このような装置を用いて行うことができる。

以下の実施例、比較例に基づいてさらに詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されず、様々な態様が可能である。

【実施例1】

【0019】

通常のシングルモード光ファイバ用に製作したプリフォームのコアとクラッドの偏心量又は偏心率の測定手順を、図4のフローチャートに従って説明する。

まず、プリフォームアナライザーの吊下げ部にプリフォームを装着する。次に、レーザ

50

一光をプリフォームの半径方向に沿って移動させながら、入射位置 r における出射光の位置 $y(r)$ を光検出部で検出し(S1)、この検出値と出射光学系の焦点距離 f とから、屈折角 ϕ を $\phi = \tan^{-1}(y(r)/f)$ で求めると(S2)、図5(a)。

(b)に示すような結果が得られる。得られた屈折角 ϕ からプリフォームの屈折率分布 $n(r)$ を下記「数3」式で算出すると(測定方向 $j = 0 \rightarrow S3$)、図6(a), (b)に示すような屈折率分布 $n(r)$ が得られる。式中、 n_2 はクラッドの屈折率、 a はプリフォームの半径、 r は入射位置である。

なお、図5, 6において、(b)はいずれも(a)のコア部近傍部分を拡大したものである。

【数3】

$$n(r) = n_2 \left[1 - \frac{1}{\pi} \int_r^a \phi(y) \frac{dy}{(y^2 - r^2)^{1/2}} \right]$$

【0020】

ここで、コア部の所定の屈折率値を有する位置を r_{10}, r'_{10} とし、またクラッド部の所定の屈折率値を有する位置を r_{20}, r'_{20} として、これらの位置情報とともに上記所定の屈折率値を与える屈折角 ϕ_1, ϕ'_1 及び屈折角 ϕ_2, ϕ'_2 を記憶しておく(S4)。次に、プリフォームを回転させて(S6)、別の方角($j \neq 0$)から測定を行ない、上記 $r_{10}, r'_{10}, r_{20}, r'_{20}$ 近傍で上記所定の屈折率値を与える屈折角 $\phi_1, \phi'_1, \phi_2, \phi'_2$ となる位置 $r_{1j}, r'_{1j}, r_{2j}, r'_{2j}$ を検出して、これらの位置情報を記憶しておく(S5)。

【0021】

測定精度を高めるために、同様にして複数の方向から測定を行ない、各方向から得られた位置情報をもとに最小自乗法などによりコア部の中心位置(x, y)及びクラッド部の中心位置(X, Y)を求め、上記「数2」式から偏心率を計算する(S7)。

【0022】

各方向におけるプリフォームの外径は、位置 R_{2j}, R'_{2j} 間の距離である。また、屈折率分布を測定する必要のない方向については、上記 $r_{10}, r'_{10}, r_{20}, r'_{20}$ 近傍のみの屈折角を測定すればよいので、測定対象外の部分については、入射レーザー光の移動を速めることも可能である。

【0023】

【比較例1】

このようなコアの偏心率の測定を、図7に示す従来の方法で、測定する方向毎に光の入射位置と屈折角の関係を屈折率分布に変換させながら行なうと、精度を向上させるために1ヶ所当たりの測定方向を増やしたり、プリフォーム1本当たりの測定点を増やしたり、あるいはプリフォームの生産量が増えたりすると、処理量が増大してプリフォームの生産工程に負担が掛かる。

【産業上の利用可能性】

【0024】

本発明によれば、線引きに供する光ファイバ母材(プリフォーム)を事前に効率よく、かつ精度よく検査することができ、光ファイバの製造管理上極めて有用である。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】プリフォームの製造方法を説明する工程フロー図である。

【図2】プリフォームアライザーを示す概略縦断面図である。

【図3】プリフォームアライザーの光学測定部の構成を例示した概略横断面図である。

【図4】本発明による偏心率の測定手順を説明する工程フロー図である。

【図5】(a)は、プリフォームアライザーで測定された入射位置(測定位置)と屈折角の関係を示す図であり、(b)は、(a)のコア部近傍部分を拡大した図である。

【図6】(a)は、入射位置(測定位置)と屈折角の関係を屈折率分布に変換した図であり、(b)は、(a)のコア部近傍部分を拡大した図である。

10

20

30

40

50

【図7】従来法による偏心率の測定手順を示す工程フロー図である。

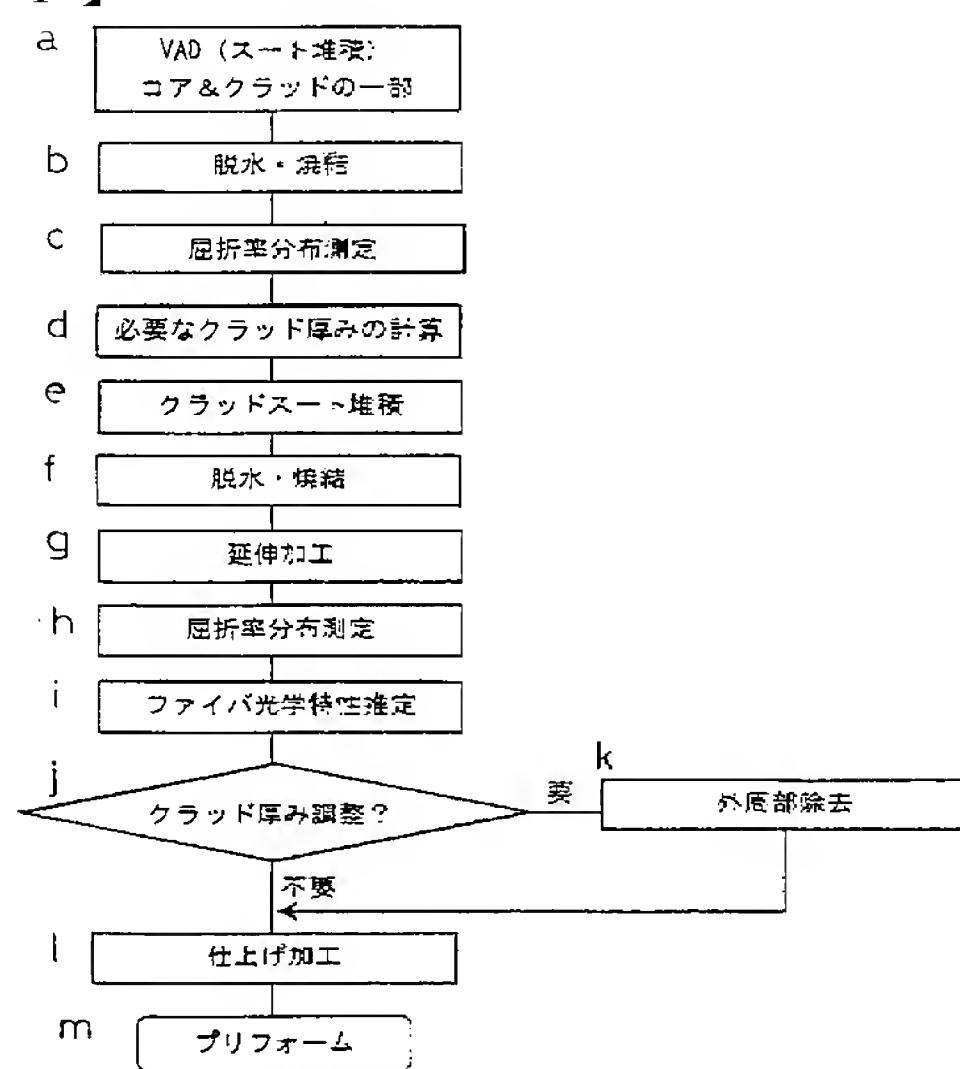
【符号の説明】

【0026】

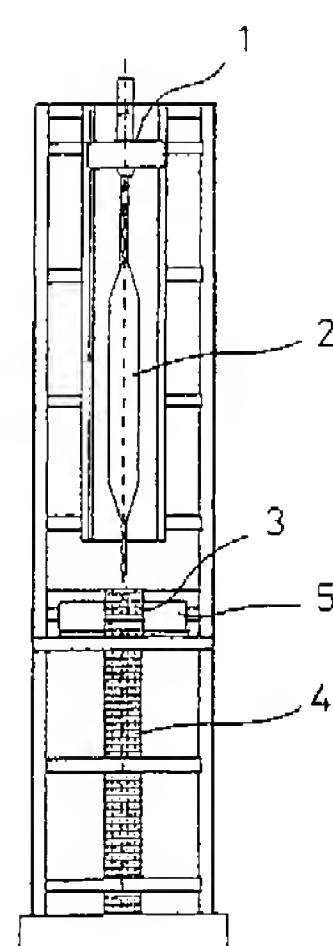
- 1 ……吊下げ部、
- 2, 12 ……プリフォーム、
- 3, 15 ……セル、
- 4 ……マッチングオイルタンク、
- 5 ……光学測定部、
- 11 ……レーザー光、
- 13 ……光照射部、
- 14 ……マッチングオイル、
- 16 ……光検出部。

10

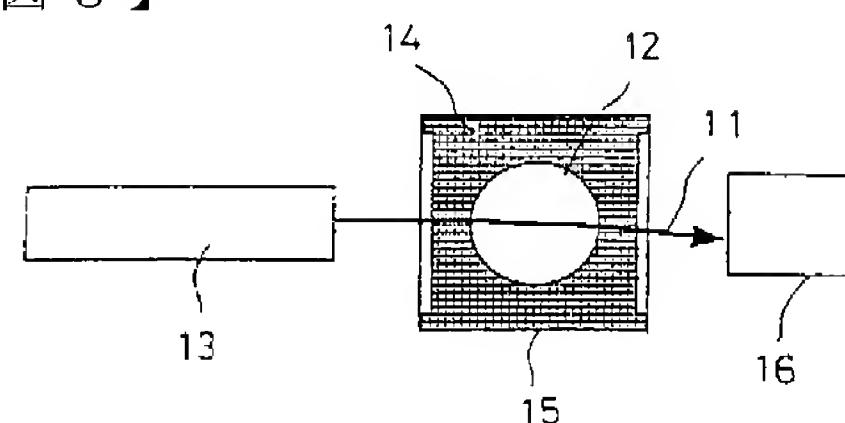
【図1】



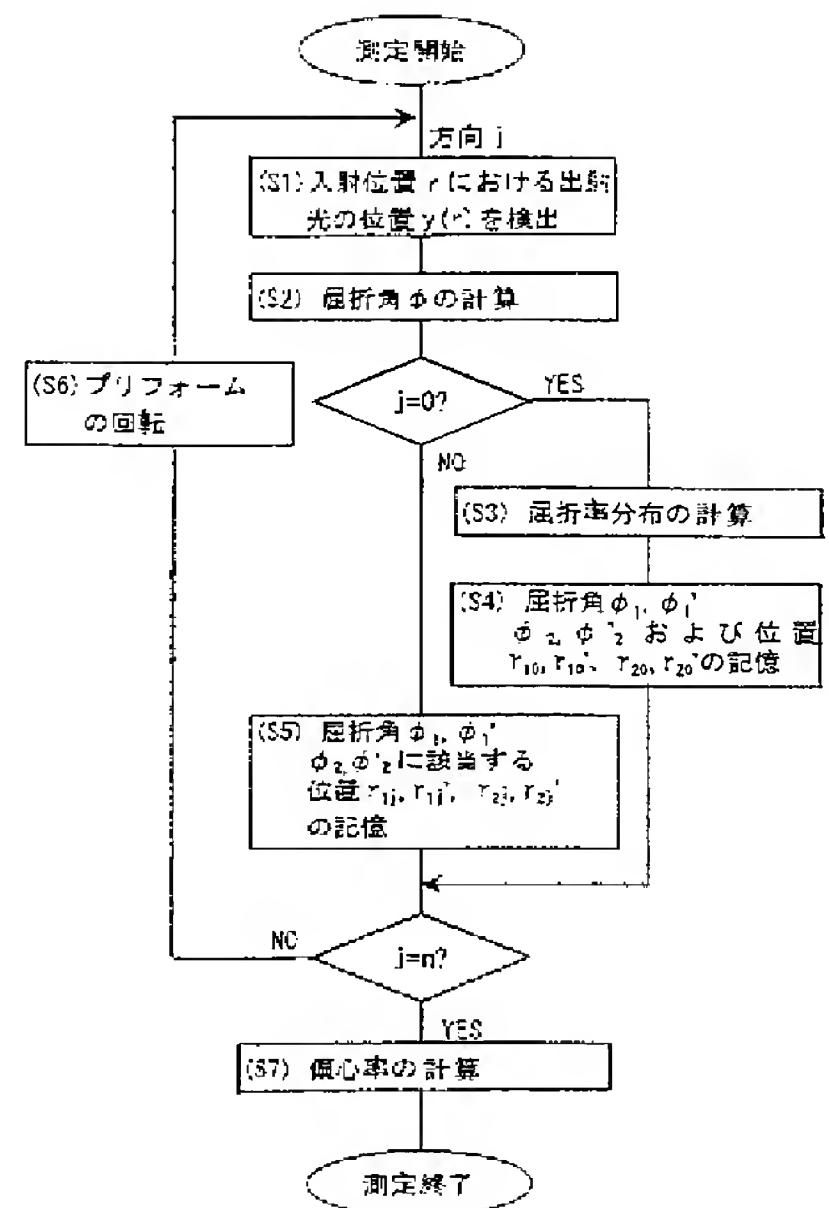
【図2】



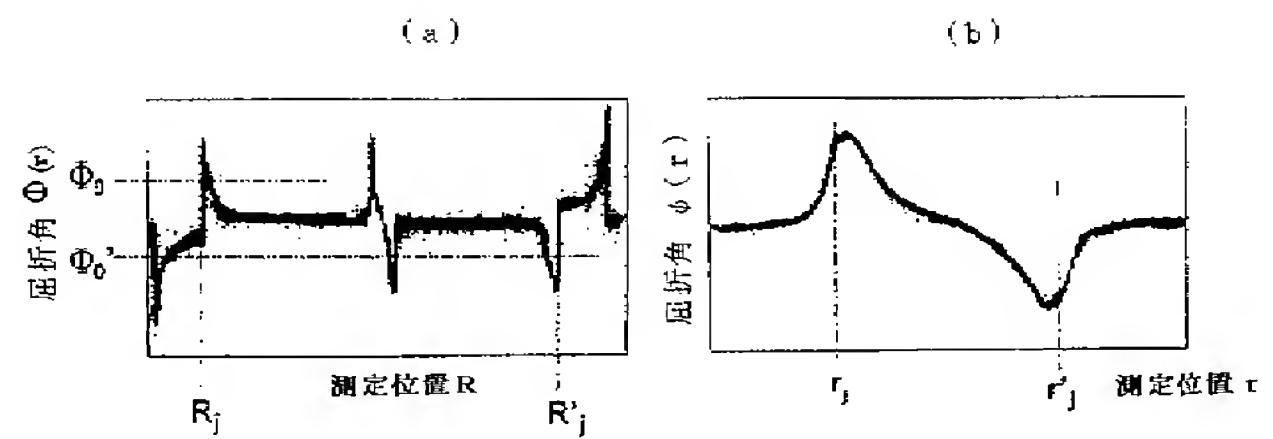
【図3】



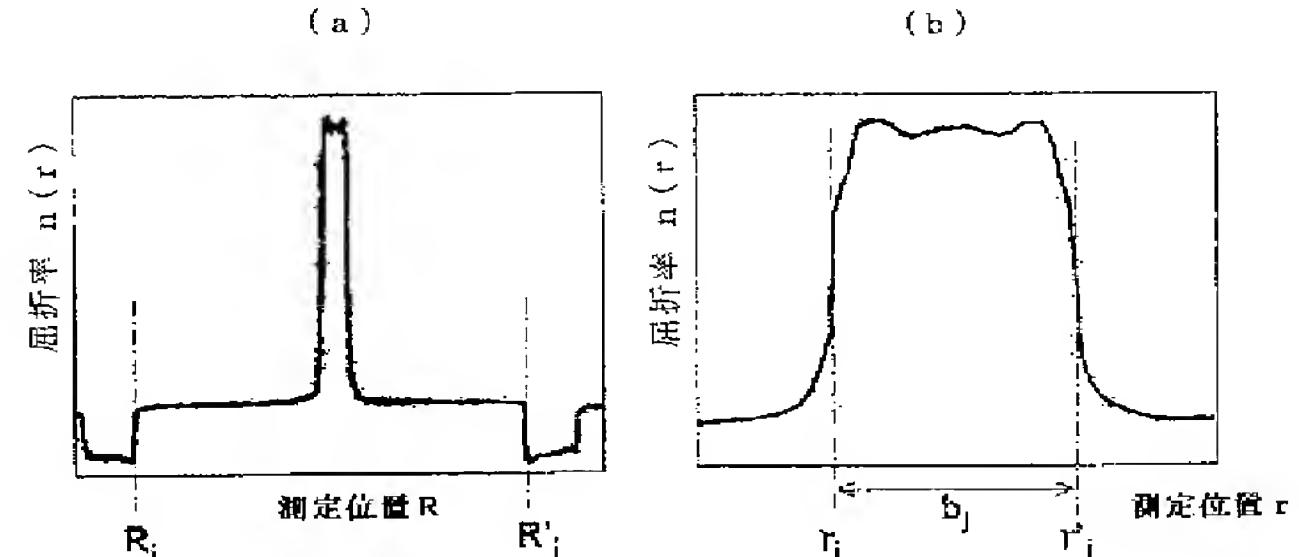
【図4】



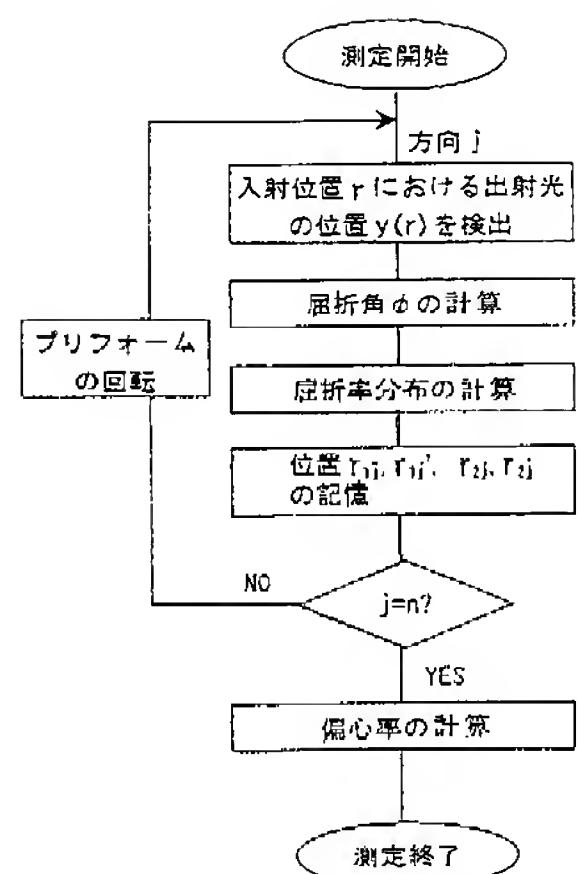
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

【要約の続き】

DERWENT-ACC-NO: 2005-430606

DERWENT-WEEK: 200544

COPYRIGHT 2009 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Eccentricity measurement method for optical fiber, involves calculating central position of core and clad, based on positional information of incident light and angle of refraction with respect to core and clad

INVENTOR: TAYA M

PATENT-ASSIGNEE: SHINETSU CHEM IND CO LTD[SHIE]

PRIORITY-DATA: 2003JP-406135 (December 4, 2003)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
JP 2005164491 A	June 23, 2005	JA

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL- DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2005164491A	N/A	2003JP- 406135	December 4, 2003

INT-CL-CURRENT:

TYPE	IPC DATE
CIPP	G01B11/00 20060101

CIPS

G01M11/00 20060101

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 2005164491 A**BASIC-ABSTRACT:**

NOVELTY - The positions of emitted light in incidence direction, angle of refraction and refractive indeces with respect to core and clad of preform are calculated by rotating the perform for different directions. The central position of core and clad are calculated by square method, based on positional information and angle of refraction, so as to calculate the eccentricity of core and clad.

USE - For measuring eccentricity of core and clad of preform of optical fiber.

ADVANTAGE - Enables to measure eccentricity of core and clad precisely and efficiently.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the flowchart explaining eccentricity measuring process. (Drawing includes non-English language text).

CHOSEN-DRAWING: Dwg. 4/7**TITLE-TERMS:** ECCENTRIC MEASURE METHOD OPTICAL
CALCULATE CENTRAL POSITION CORE CLAD
BASED INFORMATION INCIDENT LIGHT
ANGLE REFRACT RESPECT**DERWENT-CLASS:** S02 V07**EPI-CODES:** S02-A03B; S02-J04; V07-J;**SECONDARY-ACC-NO:**

Non-CPI Secondary Accession Numbers: 2005-349466